

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-4001

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) IntCl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 29/786  
21/336  
21/20H 0 1 L 29/78 6 2 7 G  
21/20  
29/78 6 1 3 A  
6 1 6 J  
6 1 8 G

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-171098

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月11日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 山口 直明

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 中嶋 節男

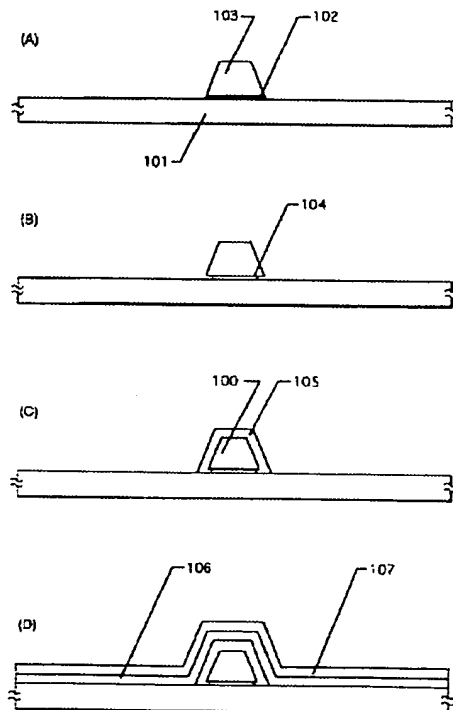
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 ボトムゲイト型のTFTにおいて、活性層を結晶性珪素膜で構成しようとする場合に問題となるアルミゲイト電極の耐熱性を改善する。

【解決手段】 ガラス基板101上にチタン膜102とアルミニウム膜103とで積層されたゲイト電極の基となるパターンを形成する。この後にゲイト絶縁膜106、非晶質珪素膜107を成膜する。そして、ゲイト電極の基となるパターンに上部にマスクを配置し、その後にニッケル酢酸塩溶液を塗布する。こうしてニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。次に加熱処理を加えることにより、ニッケル元素が接して保持された領域からマスクされた領域へと結晶成長を進行させる。こうしてボトムゲイト型の構造において、活性層を結晶性珪素膜で構成したものとする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】ゲイト電極と、

前記ゲイト電極上に覆って形成されたゲイト絶縁膜と、  
前記ゲイト絶縁膜上に形成された結晶性珪素膜でなる活  
性層と、

を有し、

前記活性層はソース及びドレイン領域からチャネル形成  
領域へと結晶成長した構造を有し、

前記ソース及びドレイン領域には、前記チャネル形成領  
域よりも珪素の結晶化を助長する金属元素が高濃度に含  
まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】請求項1において、珪素の結晶化を助長す  
る金属元素としてニッケルが利用されていることを特徴  
とする半導体装置。

【請求項3】請求項1において、珪素の結晶化を助長す  
る金属元素としてFe、Co、Ru、Rh、Pd、O  
s、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた元素が利用され  
ていることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】請求項1において、結晶性珪素膜の代わり  
に珪素とゲルマニウムとの化合物膜が利用されているこ  
とを特徴とする半導体装置。

【請求項5】基板上にゲイト電極を形成する工程と、  
前記ゲイト電極上にゲイト絶縁膜を形成する工程と、  
前記ゲイト絶縁膜上に非晶質珪素膜を成膜する工程と、  
前記ゲイト電極上方の前記非晶質珪素膜上にマスクを形  
成する工程と、

前記マスクを利用し前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を  
助長する金属元素を導入する工程と、

加熱処理を施し、前記非晶質珪素膜において、前記金属  
元素が導入された領域から前記マスク下部の領域への結  
晶成長を行わす工程と、

前記マスクを利用して前記金属元素が導入された領域に  
燐のドーピングを行う工程と、

加熱処理を施し、前記燐のドーピングが行われた領域に  
当該金属元素を集中させる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】請求項5において、珪素の結晶化を助長す  
る金属元素としてニッケルが利用されることを特徴とす  
る半導体装置。

【請求項7】請求項5において、珪素の結晶化を助長す  
る金属元素としてFe、Co、Ru、Rh、Pd、O  
s、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた元素が利用され  
ることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】請求項5において、結晶性珪素膜の代わり  
に珪素とゲルマニウムとの化合物膜が利用されることを  
特徴とする半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、  
ボトムゲイト型の薄膜トランジスタに関する。またその

作製方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ガラス基板や石英基板上に形成された珪  
素膜を活性層として用いた薄膜トランジスタ（以下TF  
Tと称する）が知られている。

【0003】薄膜トランジスタの形式はいくつかある  
が、現状において最も実用化が進んでいるのは、ボトム  
ゲイト型の薄膜トランジスタである。

【0004】生産性を考慮した場合、作製工程の一部や  
設計ルール、さらには製造装置を共有することができ  
るボトムゲイト型のTF Tを今後においても開発してい  
くことが好ましい。

【0005】ボトムゲイト型の薄膜トランジスタは、基  
板側からゲイト電極—ゲイト絶縁膜—珪素膜でなる活性  
層と構成されている。

【0006】活性層を構成する珪素膜としては、一般に  
非晶質珪素膜が利用されている。しかし、より高い性能  
を得るためには結晶性珪素膜を用いることが好ましい。

【0007】結晶性珪素膜を得る手段としては、非晶質  
珪素膜をレーザー光の照射により結晶化させる技術が多  
用されている。

【0008】また、結晶化技術として加熱による方法も  
知られているが、ボトムゲイト型には利用されていない。

【0009】これは、ゲイト電極を形成後に加熱が行わ  
れる工程順序になるので、ゲイト電極材料の拡散等が懸  
念されるからである。

【0010】しかし、得られる結晶性珪素膜の質や作製  
工程の安定性といった点からは、レーザー光の照射による  
方法よりも加熱による方法の方が好ましい。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】ゲイト電極としては、  
低抵抗を有するアルミニウムを利用することが非常に好  
ましい。

【0012】しかし、電極材料にアルミニウムを利用し  
た場合には、活性層の結晶化や活性化の際に加わる熱の  
影響でアルミニウムが拡散したり、ヒロックやウィスカ  
ーと呼ばれる突起物が形成されてしまうという問題が  
る。

【0013】特にボトムゲイト型のTF Tの場合には、  
ゲイト電極を最初に形成し、その後に活性層を形成する  
ので、各工程において加わる熱の影響が問題となる。

【0014】本明細書で開示する発明は、ボトムゲイト  
型のTF Tにおいて、活性層に結晶性珪素膜を用いた構  
成を提供することを課題とする。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明  
の一つは、ゲイト電極と、前記ゲイト電極上に覆って形  
成されたゲイト絶縁膜と、前記ゲイト絶縁膜上に形成さ  
れた結晶性珪素膜でなる活性層と、を有し、前記活性層

はソース及びドレイン領域からチャネル形成領域へと結晶成長した構造を有し、前記ソース及びドレイン領域には、前記チャネル形成領域よりも珪素の結晶化を助長する金属元素が高濃度に含まれていることを特徴とする。

【0016】上記構成において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてはニッケルを利用することが最も好ましい。

【0017】また珪素の結晶化を助長する金属元素としては、Fe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた元素を利用することができ

る。【0018】また、結晶性珪素膜の代わりに珪素とゲルマニウムとの化合物膜を利用することもできる。

【0019】他の発明の構成は、基板上にゲイト電極を形成する工程と、前記ゲイト電極上にゲイト絶縁膜を形成する工程と、前記ゲイト絶縁膜上に非晶質珪素膜を成膜する工程と、前記ゲイト電極上方の前記非晶質珪素膜上にマスクを形成する工程と、前記マスクを利用し前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を施し、前記非晶質珪素膜におい

て、前記金属元素が導入された領域から前記マスク下部の領域への結晶成長を行わす工程と、前記マスクを利用して前記金属元素が導入された領域に隣のドーピングを行う工程と、加熱処理を施し、前記隣のドーピングが行われた領域に当該金属元素を集中させる工程と、を有することを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】図1に示すようにガラス基板101上にチタン膜102とアルミニウム膜103とで積層されたゲイト電極の基となるパターンを形成する。(図1(A))

【0021】次にチタン膜102をサイドエッチングする。(図1(B))

【0022】これは、後の工程において、このサイドエッチングが行われた領域に陽極酸化物を充填するためである。即ち、アルミニウムパターンの縁の下部にまで陽極酸化を行わせるためである。

【0023】次に加熱処理を行い、アルミニウムパターン103の表面にヒロックやウィスカーを意図的に発生させる。即ち、アルミニウムの以上成長により突起物の形成を意図的に行う。こうすることにより、後の工程におけるヒロックやウィスカーの発生を抑制する。

【0024】ヒロックやウィスカーが発生するのは、アルミニウム膜中に存在する原子分布の不均一性や残留応力に起因する。従って、一旦ヒロックやウィスカーを発生させておくことにより、後の工程において、ヒロックやウィスカーが発生することを抑制することができる。

【0025】次にアルミニウムパターン103を陽極とした陽極酸化を行い、陽極酸化膜105を形成する。こ

の際、残存するアルミニウムパターン100の周辺の縁の部分の下部(図1(B)に工程でサイドエッチングされた部分)にまで陽極酸化が進行する。

【0026】この後に図1(D)に示すようにゲイト絶縁膜106、非晶質珪素膜107を成膜する。

【0027】さらに図2(B)に示すように酸化珪素膜でなるマスク110を形成し、11で示されるようにニッケル元素111が表面に接して保持された状態を得る。

【0028】そして、非晶質珪素膜107を加熱処理により結晶化させる。この際、結晶成長がニッケル元素が接した領域から進行し、図3(A)の112で示される部分で左右からの結晶成長の先端部が衝突し、結晶粒界が形成される。

【0029】この結晶成長が横成長と呼ばれるもののえ、結晶成長方向の結晶構造が連続しており、その方向へのキャリアの移動は欠陥や準位の影響を受けにくいものとすることができる。

【0030】具体的には、上記結晶成長方向の軸とTF T動作時のキャリアに移動方向との軸とを一致させることで、高移動度を得ることができる。例えば、Nチャネル型で $100\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上というような高移動度を有するTF Tを容易に得ることができる。

【0031】また、同一基板上にTF Tを多数同時に形成した場合に、各TF Tのチャネル形成領域において、結晶粒界が112で示される部分に常に形成されるので、各TF Tの特性にバラツキが発生することを抑制することができる。

【0032】

【実施例】

〔実施例1〕図1及び図2に本実施例の作製工程を示す。まずガラス基板101上にゲイト電極を作製する。

【0033】基板としては、石英基板や絶縁膜を成膜した半導体基板や金属基板を利用することができる。これらの基板を総称して絶縁表面を有する基板という。

【0034】ここではまず、ガラス基板上にチタン膜を20nmの厚さにスパッタ法でもって成膜し、さらにチタンを0.2重量%含有させたアルミニウム膜を400nmの厚さにスパッタ法でもって成膜する。

【0035】次に得られたチタン膜とアルミニウム膜との積層膜をパターンニングし、図1(A)に示すパターンを得る。即ち、チタン膜パターン102とアルミニウム膜パターン103とは積層されたパターンを得る。

【0036】このパターンを得るには、ドライエッチング法を用い、しかもテーパーエッチングを実施することで、図示されるような側面が傾斜したテーパー形状を有するパターンを得る。

【0037】この状態で400℃、1時間の加熱処理を不活性雰囲気中で行う。この加熱処理は以下の作用を得るために行う。

(1) チタン膜の作用によるアルミニウムの結晶化。

(2) アルミニウム表面にヒロックやウィスカーを意図的に発生させる。

【0038】(1)は、結晶構造を強固にすることで、後の工程においてヒロックやウィスカーが発生することを抑制するために効果がある。また、耐熱性を高めるために効果がある。

【0039】(2)は、この段階でヒロックやウィスカーを発生させておくことで、後の工程においてヒロックやウィスカーが発生することを抑制することに効果がある。 10

【0040】これは、ヒロックやウィスカーが発生する要因の一つに、アルミニウム中に存在する応力や組成の不均一性があり、上述するように一旦ヒロックやウィスカーを発生させると、この残留応力や組成の不均一性が緩和されるからである。

【0041】次にチタン膜パターン102を選択にエッチングできるウェットエッチング法を用いて、チタン膜102をサイドエッチングする。こうして側面がエッチングされ、面積が縮小したチタン膜のパターン104を得る。(図1(B)) 20

【0042】次に、アルミニウム膜でなるパターン103を陽極とした陽極酸化法を用いてアルミニウム膜でなるパターンの露呈した表面に陽極酸化膜105を形成する。(図1(C))

【0043】この際における陽極酸化は、アルミニウムパターンの外側と内側に向かって進行する。また、チタン膜のサイドエッチングされた部分も陽極酸化膜が形成され、酸化アルミニウム膜によって埋められた状態となる。

【0044】こうしてゲイト電極100を形成する。なお、この工程において、陽極酸化膜は、その総成長距離が100nmとなるようにする。

【0045】ゲイト電極としては、チタンナイトライド、タンタルナイトライド、タンタルとタンタルナイトライドの積層体、タングステンシリサイド層とN型珪素層との積層体等の材料を用いることができる。

【0046】図1(C)に示す状態を得たら、図1(D)に示すようにゲイト絶縁膜となる酸化珪素膜106を成膜する。この酸化珪素膜106はプラズマCVD法でもって500nmの厚さに成膜する。この際、酸化珪素膜106と陽極酸化膜105との積層膜がゲイト絶縁膜となることに注意する。

【0047】次に減圧熱CVD法を用いて、非晶質珪素膜107を50nmの厚さに成膜する。(図1(D))

【0048】次に酸化珪素膜108をプラズマCVD法により150nmの厚さに成膜し、さらにレジストマスク109を形成する。(図2(A))

【0049】レジストマスク109は、ゲイト電極パターンをマスクとした基板の裏面側からの露光により形成 30

する。この工程は自己整合的に行うことができるので、新たなマスクを配置する必要がない。

【0050】次に図2(B)に示すようにレジストマスク109を利用して酸化珪素膜108をパターンニングする。こうして、酸化珪素膜でなるパターン110を得る。

【0051】図2(B)に示す状態を得たら、重量換算で10ppmのニッケル濃度に調整されたニッケル酢酸塩溶液を塗布する。こうして、111で示されるようにニッケル元素が表面に接して保持された状態が得られる。(図2(C))

【0052】この状態においては、酸化珪素膜でなるマスク110が配置されている部分において、ニッケル元素が非晶質珪素膜108の表面に接しておらず、その他の領域では接している状態が得られる。(図2(C))

【0053】ニッケルの導入方法としては、CVD法、スパッタ法、イオン注入法、ガス吸着法、プラズマ処理等の方法を利用することができる。

【0054】結晶化を助長する金属元素としては、ニッケルを利用することが最も好ましいが他にFe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた元素を利用することができる。

【0055】この状態で次に550℃、4時間の加熱処理を窒素雰囲気中で施す。この加熱処理は、抵抗加熱式のヒータを備えた加熱炉を用いて行う。

【0056】この加熱処理を施すことにより、非晶質珪素膜はニッケル元素の作用により結晶化する。この際、ニッケル元素の拡散に従い、図3(A)の矢印に従う方向にニッケル元素の拡散が生じ、それによって結晶化が進行する。 30

【0057】また、112で示す部分には、両側からの結晶成長が衝突して結晶粒界が形成される。

【0058】こうして、ニッケル元素が接して保持された結晶化され、さらにその領域からニッケル元素が接していなかった領域へと結晶成長が進行した状態が得られる。

【0059】なおこのような結晶化の方法は、結晶粒界が常に112で示される領域の中間に形成されるので、多数の素子を形成した場合における素子特性のバラツキを抑制するのに有効となる。

【0060】次に図3(B)に示すように燐のドーピングを行う。このドーピングは、被ドーピング領域をソース及びドレイン領域とするための条件でもって行う。

【0061】ここでは、ドーピング手段としてプラズマドーピング法を用いる。ドーピング手段としては、イオン注入法を用いてもよい。

【0062】この工程では、珪素膜の露呈した領域に燐がドーピングされる。即ち、図3(B)の113及び114の領域に燐がドーピングされる。

【0063】次に550℃、2時間の加熱処理を窒素雰

7  
囲気中において行う。この工程では、矢印で示されるように115の領域から113及び114の領域へとニッケル元素が移動する。即ち、115の領域に存在するニッケル元素が113及び114の領域へとゲッタリングされる。(図3(C))

【0064】この工程は、500℃～650℃の範囲から選択された温度で行うことが好ましい。これは、この温度範囲以下だとニッケル元素の拡散は鈍くなり、またこの温度範囲以上だとアルミニウムがもたないからである。

【0065】燐とニッケルは、 $\text{NiP}$ 、 $\text{NiP}_2$ 、 $\text{Ni}_2\text{P}$ といったように多様な結合状態を有し、またその結合状態は非常に安定したものとなる。(それらの結合体の融点は900℃以上である)

【0066】また燐が拡散するのに必要な温度は800℃程度以上である。

【0067】従って、上記の加熱処理においては、ニッケルが活発に移動し、また燐とニッケルが結合し、動かない状態が得られる。(図3(C))

【0068】そして、燐とニッケルが分解せず、また燐が移動しないから、結果として燐にニッケルが取り込まれた状態、即ち燐にニッケルがゲッタリングされた状態が得られる。

【0069】換言すると、115の領域のニッケル濃度が減少し、113と114の領域のニッケル濃度が増加する状態が得られる。

【0070】ここでニッケル元素がゲッタリングされた領域115、即ちニッケル元素が除去された領域115が、後にTFTのチャネル領域となる。

【0071】また、ニッケル元素をゲッタリングした領域113と114、即ちニッケル元素が集中した領域113と114がソース及びドレイン領域となる。また、115が後にチャネル形成領域となる。(図3(C))

【0072】次にチタン膜とアルミニウム膜とチタン膜との積層膜でなる図示しない金属膜をスパッタ法でもって成膜する。ここでは、成膜方法としてスパッタ法を用い、各膜厚は、チタン膜を100nm、アルミニウム膜を400nmとする。

【0073】そしてこの金属膜をパターニングすることにより、ソース電極115、ドレイン電極116を形成する。そしてさらにこのパターニングされた金属電極をマスクとして露呈した半導体膜をパターニングし、図3(D)に示す状態を得る。

【0074】こうしてNチャネル型のTFTが完成する。またPチャネル型のTFTを作製するのであれば、図3(C)の加熱処理の後にドーピングされた燐を打ち消し、P型を呈するようにボロンのドーピングを行い、113、114の領域をP型に反転させればよい。

【0075】この場合、ゲッタリングを行った後に113、114の領域をP型に反転させる工程を行うことに

なる。

【0076】また、ゲッタリングを行った前に113、114の領域をP型に反転させる工程を行ってもよい。

【0077】本発明者らの基礎実験によれば、一旦燐がドーピングされた領域にさらに高ドーピングでもってボロンをドーピングしてもゲッタリングの効果が減ずることなく、むしろより高い効果を得られることが判明している。

【0078】〔実施例2〕実施例1においては、図3(A)に示す工程において、加熱処理を加熱炉を用いて行う例を示した。本実施例では、この加熱処理をRTAと呼ばれる強光の照射による加熱手段を用いて行う。

【0079】RTAは、ランプから照射される赤外光をミラーで集光させて照射することにより、被照射領域を600℃～800℃という温度に短時間で昇温させ、被照射領域に加熱処理を施す手段である。

【0080】この加熱処理は、光が被照射領域に吸収される現象を利用しているので、昇温を短時間で行うことができ、被照射領域の加熱処理を短時間で完了させることができる。具体的には、1分～10分程度の加熱処理で図3(A)に示す結晶化を行うことができる。

【0081】なお、実施例1に示すような加熱処理と本実施例に示すようなランプ照射によるRTAとを組み合わせてもよい。

【0082】〔実施例3〕本実施例は、実施例1の作製工程を改良したものである。本実施例では、図2(A)に示す作製工程におけるレジストマスク109の形成方法として、フォトマスクを用いた場合の例である。

【0083】本実施例の場合、マスク数が増えるという作製工程上のデメリットがあるが、従来から多用されているフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程を利用するので、工程の安定性という点では有利である。

【0084】〔実施例4〕本実施例は、実施例1に示す作製工程において、結晶化の方法を異ならせた場合の例である。

【0085】実施例1では、図2(B)に示すマスク110を配置しない状態で、非晶質珪素膜107の表面の全体にニッケル元素を導入する。

【0086】こうした場合、図3(A)におけるような特異な結晶成長(横成長)は発生しない。即ち、特定の領域から横成長が進行するようなことはない。

【0087】この場合、膜全体において、局所局所から結晶成長が進行するような状態が得られる。

【0088】〔実施例5〕本実施例は、実施例1に示す構成において、TFTのしきい値を制御するために図1(D)に示す非晶質珪素膜107の成膜時に膜中にB(ボロン)添加する場合の例である。

【0089】この場合、非晶質珪素膜107の成膜を行う際の原料ガス中にジボラン( $\text{B}_2\text{H}_6$ )を微量に添加すればよい。

【0090】またドーピングの方法として、プラズマドーピング法やイオン注入法を利用してもよい。

【0091】〔実施例6〕本実施例は、実施例1に示す作製工程において、非晶質珪素膜107の代わりにゲルマニウムを含有した非晶質珪素膜（珪素を主成分とした非晶質珪素膜）を用いる場合の例である。

【0092】珪素を主成分とする非晶質珪素膜は、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  ( $0.5 < x < 1$ ) で示される。

【0093】本実施例では、ゲルマニウムを5原子%含有させる。非晶質珪素膜中にゲルマニウムを含有させると、その含有量により、得られるTFTのしきい値を制御することができる。

【0094】ゲルマニウムを含有した非晶質珪素膜を成膜する方法としては、原料ガスとして、シランとゲルマンとを用いたプラズマCVD法や減圧熱CVD法、さらにはスパッタ法を用いればよい。

【0095】〔実施例7〕本実施例は、Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する場合の例である。本実施例に示す作製工程は、例えばCMOS回路の作製工程に応用することができる。

【0096】図4～図9に本実施例の作製工程を示す。まず図4(A)に示すようにガラス基板401上にチタン膜パターン402とアルミニウム膜パターン404でなるゲイト電極を形成する。また同時にチタン膜パターン403とアルミニウム膜パターン405でなるゲイト電極を形成する。

【0097】ここで左側のゲイト電極がPチャネル型のTFTのゲイト電極となる。また、右側のゲイト電極がNチャネル型のTFTとなる。即ち、左側にPチャネル型TFT、右側にNチャネル型のTFTを作製することになる。

【0098】こうして図4(A)に示す状態を得る。次にチタン膜のパターン402と403をアルミニウム膜パターン404と405をマスクとしてサイドエッチングする。

【0099】こうして図4(B)の406で例示されるようにアルミニウム膜パターンの周辺部の下部において、チタン膜パターンがエッチングされた状態が得られる。

【0100】次にアルミニウム膜パターン404と405とを陽極とした陽極酸化を行うことにより、図4(C)に示す状態を得る。ここで、407及び408が陽極酸化膜でなる。

【0101】図4(C)に示されるように陽極酸化膜は、アルミニウム膜パターンの下部においても進行する。図では、チタン膜が除去された部分におけるアルミニウム膜下部からの陽極酸化をやや強調して記載してある。

【0102】次に図5(A)に示すように酸化珪素膜409をプラズマCVD法でもって成膜する。さらに非晶

質珪素膜410を減圧熱CVD法で成膜する。

【0103】次にガラス基板の裏面側からの露光技術を利用し、酸化珪素膜パターン411と412を形成する。さらにニッケル酢酸塩溶液を塗布し、413で示されるようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。(図5(B))

【0104】次に550℃、4時間の加熱処理を窒素雰囲気中において行うことにより、非晶質珪素膜を結晶化させる。

【0105】この結晶化は、図5(C)の矢印で示されるように結晶成長が進行したものとなる。この加熱処理は、500℃～600℃の温度で行うことが好ましい。これは、この温度以上ではアルミニウムが耐えられず、またこの温度以下では、結晶化の作用が得られないからである。

【0106】次に燐のドーピングを行う。この工程は、Nチャネル型TFTのソース及びドレイン領域を形成するための条件でもって行えばよい。

【0107】この工程においては、図6(A)に示すように601、602、603の領域に燐のドーピングが行われる。

【0108】次に600℃、1時間の加熱処理を窒素雰囲気中において行う。この工程において、604及び606の領域から燐がドーピングされた601、602、603の領域へとニッケル元素の移動が行われる。(図6(B))

【0109】即ち、604及び605の領域に存在するニッケル元素が601、602、603の領域にゲッタリングされる。

【0110】なお、604、605の領域が後にTFTのチャネル形成領域となる。

【0111】次に図7に示すようにレジストマスク701を配置する。そして今度は、ボロンのドーピングを行う。この際、左側のTFT部分には、先に燐がドーピングされた領域に重ねてボロンがドーピングされる。即ち、702及び703の領域に燐に重ねてボロンがドーピングされる。

【0112】このボロンのドーピングは、先にドーピングされた燐の影響を打ち消し、P型に導電型が反転するような条件でもって行う。即ち、先の燐のドーピング(図6(A)の工程)時にN型となった領域をP型に反転させる条件でもって行う。

【0113】ドーピングの終了後、レジストマスク701を除去する。そして、レーザー光の照射を行うことにより、ドーピングが行われた領域のドーピング時における損傷のアニールとドーパントの活性化とを行う。この工程は強光の照射によって行ってもよい。

【0114】こうして、P型の領域702、703、N型の領域704、705が形成される。

【0115】ここで、P型の領域702、703は、ボ

ロンと燐とが重ねてドーピングされたものとなっている。この領域においては、ボロンは導電型を決定する役割を有し、燐がニッケルをゲッタリングする機能を担っている。

【0116】他方、704、705のN型の領域では、燐が導電型を決定する役割と、ニッケルをゲッタリングする役割との両方を担っている。

【0117】図7において、P型の領域702がPチャネル型TFTのソース領域となる。また703がPチャネル型TFTのドレイン領域となる。

【0118】そして、N型の領域704がNチャネル型TFTのドレイン領域となる。また、N型の領域705がNチャネル型TFTのソース領域となる。

【0119】次に図8に示すように金属膜801をスパッタ法でもって成膜する。この金属膜801は、チタン膜とアルミニウム膜とチタン膜との積層膜でもって構成される。

【0120】次に図9に示すように金属膜801をパターンニングし、901、902、903、904で示されるパターンを得る。

【0121】ここで、901がPチャネル型TFTのソース電極、902がPチャネル型TFTのドレイン電極となる。

【0122】また、903がNチャネル型TFTのドレイン電極、904がNチャネル型TFTのソース電極となる。

【0123】金属膜801を利用して各電極901～904を形成したら、それらの電極をマスクとして、露呈した珪素膜（各TFTのソース及びドレイン領域）をエッチングする。こうして、図9に示すようにPチャネル型TFT（PchTFTと記載）とNチャネル型TFT（NchTFTと記載）とを同一基板上に同時に形成することができる。

【0124】〔実施例8〕本実施例は、実施例7の作製工程を改良した場合の例である。本実施例は、Pチャネル型TFTとなる領域には、ゲンタリング用の燐のドーピングと導電型決定用（チャネル型決定用）のボロンのドーピングが行われ状態であって、かつNチャネル型TFTとなる領域には、ゲンタリング用でありかつ導電型決定用の燐のドーピングが行われ状態でゲッタリング用の加熱処理を行うことを特徴とする。

【0125】まず実施例7に示す作製工程に従って図6（A）に示す状態を得る。この状態を図10（A）に示す。この段階では、後にチャネル領域となる領域以外の領域601、602、603に燐がドーピングされたものとなる。

【0126】次にレジストマスク701を配置し、Nチャネル型TFTとなるべき領域をマスクする。（図10（B））

【0127】そしてボロンのドーピングを行う。このド

ーピングは、702、703の領域の導電型をN型からP型へと反転させる条件でもって行う。換言すれば、702、703の領域に先にドーピングされた燐のドーパントとしての影響力を打ち消し、ボロンの影響力を発揮させる条件でもって行う。

【0128】こうして、P型の領域702、703を得る。またN型の領域704、705を得る。

【0129】ドーピングの終了後、レジストマスク701を除去する。そして、レーザー光の照射を行うことにより、ドーピングがなされた領域の損傷の回復とドーパントの活性化とを行う。

【0130】この工程は、赤外線ランプの照射による方法（RTA法）によって行ってもよい。

【0131】本実施例においては、P及びNチャネル型TFTのソース及びドレイン領域の導電型を決定するドーパントのドーピングが終了した時点において、結晶化に利用したニッケルのゲッタリングは行わず、Nチャネル型TFTのソース及びドレイン領域の導電型を決定するドーパント（ボロン）をドーピングした後にニッケルのゲッタリングを行う。

【0132】図10に示す状態を得たら、さらにレジストマスク701を除去し、さらに被ドーピング領域へのアニールが終了したら、次に550℃、1時間の加熱処理を行い、ニッケル元素のゲッタリングを行う。

【0133】即ち、図11に示すように後にチャネル領域となる604の領域から702及び703の領域へとニッケル元素のゲッタリングを行う。また同時に後にチャネル領域となる605の領域から704及び705の領域へとニッケル元素のゲッタリングを行う。

【0134】ここで、702及び703の領域には、燐がまずドーピングされ、さらに重ねてボロンがドーピングされているが、この状態の領域では、燐のみがドーピングされた704や705の領域に比較してさらに高い効率でもってゲッタリングが進行する。

【0135】基礎的な実験によれば、ボロンのみのドーピングを行った領域では、ゲッタリングは全く進行しない。しかし、燐とボロンを重ねてドーピングした領域では、燐のみをドーピングした領域に比較して高い効率でもってゲッタリングが進行する。（この要因は明らかではない）

【0136】こうして、Pチャネル型TFT（PTFT）のソース領域702、チャネル形成領域604、ドレイン領域703を得る。ここで、チャネル領域604は、ソース領域702とドレイン領域703にニッケルがゲッタリングされ、ニッケル濃度が低下したものである。

【0137】また、Nチャネル型TFT（NTFT）のソース領域705、チャネル形成領域605、ドレイン領域704を得る。ここで、チャネル領域605は、ソース領域705とドレイン領域704にニッケルがゲ

13

タリングされ、ニッケル濃度が低下したものとなっている。

【0138】図11に示す状態を得たら、図8及び図9に示す作製工程を経て、1枚のガラス基板上にPチャネル型TFTとNチャネル型TFTとを形成した構成を得る。

【0139】本実施例に示す構成を採用した場合、動作に敏感なチャネル領域中におけるニッケル元素濃度を低くすることができるので、ニッケルがTFTの動作に悪影響を与えることを抑制することができる。

【0140】〔実施例9〕本実施例は、実施例1に示す作製工程を改良した場合の例である。ここでは、ニッケルのゲッタリングを2段階に渡り行うことを特徴とする。

【0141】まず図1に示す作製工程に従って、図1(D)に示す状態を得る。即ち、非晶質珪素膜107を成膜する段階までを得る。

【0142】次に図12(A)に示すように酸化珪素膜でなるマスク1201を配置する。そして燐のドーピングを行い、図12(B)の1202、1203の領域に燐のドーピングを行う。

【0143】この燐のドーピングは、ソース/ドレインの形成には寄与せず、ニッケルのゲッタリングのためにのみ行われる。

【0144】次に600℃、1時間の加熱処理を窒素雰囲気中において行う。この工程においては、図12(C)に示すように1204の領域に存在するニッケル元素が1202、1203の領域にゲッタリングされる。この工程は、酸化珪素膜でなるマスク1201を配置した状態で行う。

【0145】次に酸化珪素膜でなるマスク1201をマスクとして露呈した珪素膜をエッチングする。即ち、ゲッタリングサイトになった1202、1203の領域をエッチングする。

【0146】こうすることにより、1204の領域（この領域が後にTFTの活性層となる）のニッケル元素濃度を低減することができる。

【0147】後は、1204の領域を利用して、図2(A)以下の作製工程に従ってTFTを作製する。

【0148】本実施例で示す作製工程を採用した場合、図12(C)に示す工程での活性層となるべき領域からのニッケル元素のゲッタリングと、図3(C)に示す工程でのソース/ドレイン領域へのチャネル形成領域からのニッケル元素のゲッタリングとが行われる。

【0149】このような工程を採用することにより、ニッケル元素の影響をより徹底的に排除することができる。

【0150】〔実施例10〕本実施例は、実施例1（または実施例10）に示す構成において、ゲイト電極の構造を改良した場合の例である。

14

【0151】ここでは、Nチャネル型のTFTのゲイト電極として珪素を用いた場合の例を示す。

【0152】まず、図14(A)に示すようにガラス基板101上にN型を有する珪素膜を減圧熱CVD法で成膜し、それをパターニングすることにより、1401で示されるパターンを形成する。このパターン1401がゲイト電極となる。

【0153】そしてゲイト電極1401上にゲイト絶縁膜として酸化珪素膜106を、プラズマCVD法でもって成膜する。さらに非晶質珪素膜107を減圧熱CVD法でもって成膜する。

【0154】さらに酸化珪素膜108を成膜し、基板の裏面側からの露光によりレジストマスク109を形成する。（図14(A)）

【0155】次にレジストマスク109を用いて酸化珪素膜でなるマスク110を形成し、図14(B)に示す状態を得る。

【0156】次にレジストマスク109を除去し、ニッケル酢酸溶液を塗布することにより、111で示されるようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。こうして図14(C)に示す状態を得る。

【0157】次に加熱処理を行うことにより、非晶質珪素膜107を図15(A)に示すように結晶化させる。ここでは、630℃、4時間の加熱を窒素雰囲気中において行うことより上記結晶化を行う。

【0158】この工程での加熱処理は、ゲイト電極に耐熱性の高い珪素材料を用いることから、ガラス基板の耐熱温度によってその上限が制限される。

【0159】例えば、基板として石英基板を用いた場合には、さらに加熱温度を高くすることができる。

【0160】結晶化が終了したら、図15(B)に示すように燐のドーピングをプラズマドーピング法を用いて行う。この工程では、113、114の領域に燐のドーピングが行われる。

【0161】次に600℃、2時間の加熱処理を窒素雰囲気中において行う。この加熱処理工程では、115の領域に存在するニッケル元素が113、114の領域にゲッタリングされる。（図15(C)）

【0162】次にソース電極115、ドレイン電極116を形成する。そしてこの電極を利用して、露呈した半導体領域をエッチングし、図15(D)に示す状態を得る。

【0163】ゲイト電極の材料としては、タンタルやタンタルナイトライドの積層体、さらには各種シリサイド材料や金属材料を利用することができる。

【0164】〔実施例11〕本実施例では、他の実施例で開示したようなTFTを利用した半導体装置の例を示す。

【0165】図13(A)に示すのは、携帯型の情報処理端末である。この情報処理端末は、本体2001にア



15

クティブマトリクス型の液晶ディスプレイまたはアクティブマトリクス型のELディスプレイを備え、さらに外部から情報を取り込むためのカメラ部2002を備えている。

【0166】カメラ部2002には、受像部2003と操作スイッチ2004が配置されている。

【0167】情報処理端末は、今後益々その携帯性を向上させるために薄く、また軽くなるものと考えられている。

【0168】このような構成においては、アクティブマトリクス型のディスプレイ2005が形成された基板上周辺駆動回路や演算回路や記憶回路がTFTでもって集積化されることが好ましい。

【0169】図13(B)に示すのは、ヘッドマウントディスプレイである。この装置は、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイやELディスプレイ2102を本体2101に備えている。また、本体2101は、バンド2103で頭に装着できるようになっている。

【0170】図13(C)に示すのは、カーナビゲーション装置である。この装置は、本体2201に液晶表示装置2202と操作スイッチ2203を備え、アンテナ2204で受診した信号によって、地理情報等を表示する機能を有している。

【0171】図13(D)に示すのは、携帯電話である。この装置は、本体2301にアクティブマトリクス型の液晶表示装置2304、操作スイッチ2305、音声入力部2303、音声出力部2302、アンテナ2306を備えている。

【0172】また、最近では、(A)に示す携帯型情報処理端末と(D)に示す携帯電話とを組み合わせたような構成も商品化されている。

【0173】図13(E)に示すのは、携帯型のビデオカメラである。これは、本体2401に受像部2406、音声入力部2403、操作スイッチ2404、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ2402、バッテリー2405を備えている。

【0174】図13(F)に示すのは、プロジェクション型の液晶表示装置である。この構成は、本体2501に光源2502、アクティブマトリクス型の液晶表示装置2503、光学系2504を備え、装置の外部に配置されたスクリーン2505に画像を表示する機能を有している。

【0175】ここでは、液晶表示装置としては、透過型のもでも反射型のもでも利用することができる。

【0176】また、(A)～(E)に示す装置では、液晶表示装置の代わりにEL素子を利用したアクティブマトリクス型のディスプレイを用いることもできる。

【0177】

【発明の効果】本明細書に開示する発明を採用することで、ボトムゲイト型のTFTのゲイト電極としてアルミ

16

ニウムを利用した場合における問題を解決することができる。具体的には、加熱処理による結晶化を採用することができ、また作製プロセス中に加熱が行われてしまうような場合にも対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 Nチャネル型のTFTを作製する工程を示す図。

【図2】 Nチャネル型のTFTを作製する工程を示す図。

【図3】 Nチャネル型のTFTを作製する工程を示す図。

【図4】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図5】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図6】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図7】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図8】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図9】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図10】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図11】 Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを同時に作製する工程を示す図。

【図12】 Nチャネル型のTFTの作製工程を示す図。

【図13】 TFTを利用した装置の構成を示す図。

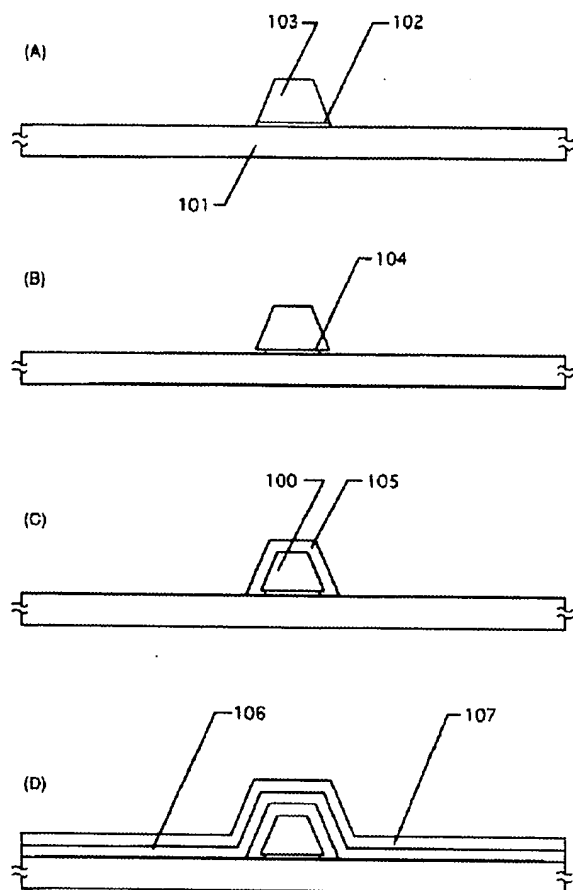
【図14】 TFTの作製工程を示す図。

【図15】 TFTの作製工程を示す図。

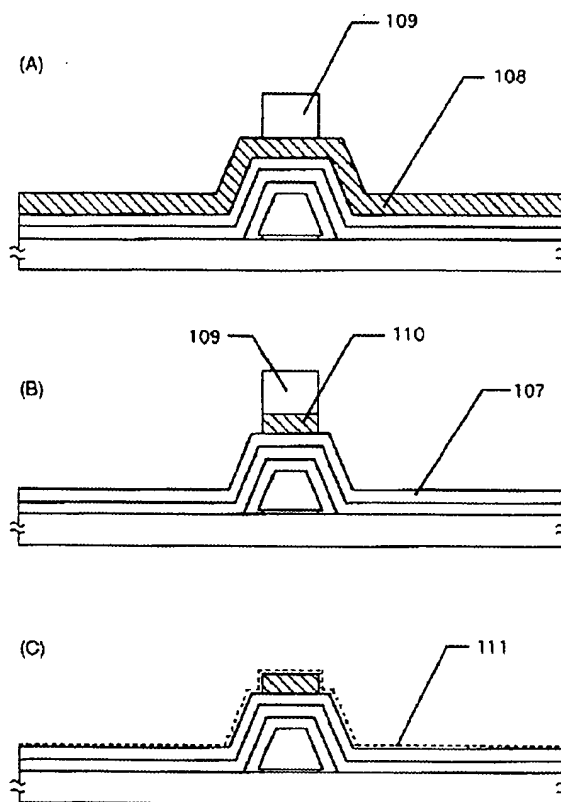
【符号の説明】

101	ガラス基板
102	チタン膜パターン
103	アルミニウム膜パターン
104	サイドエッチングされたチタン膜パターン
105	陽極酸化膜
100	ゲイト電極
106	酸化珪素膜
107	非晶質珪素膜
108	酸化珪素膜
109	レジストマスク
110	酸化珪素膜でなるマスク
111	表面に接して保持されたニッケル元素
112	結晶成長の先端部が衝突する部分
113	燐がドーピングされる領域
114	燐がドーピングされる領域
115	燐のゲッターリングが行われる領域

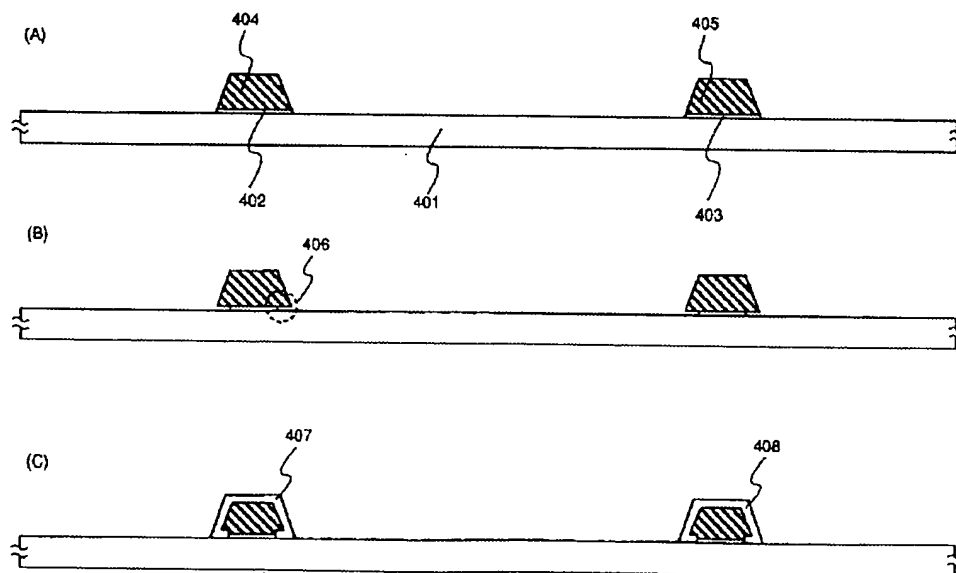
【図1】



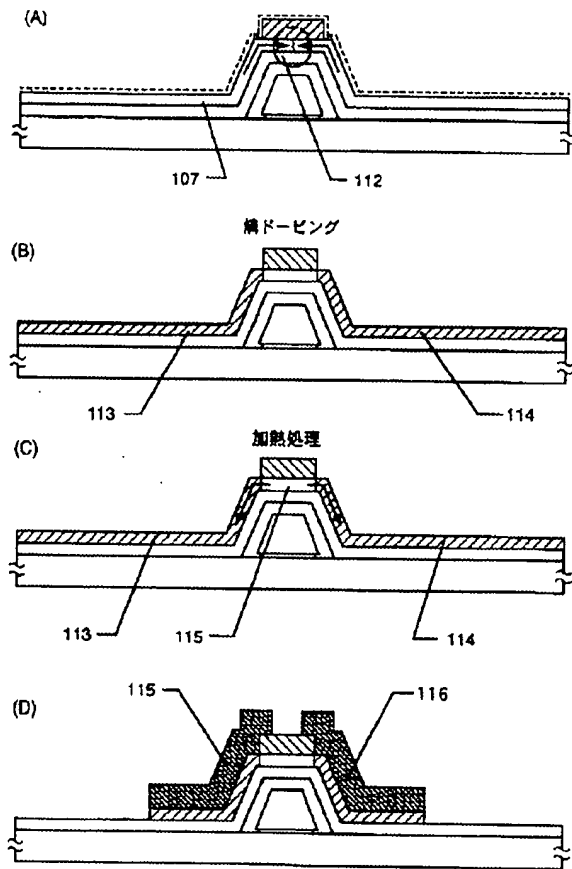
【図2】



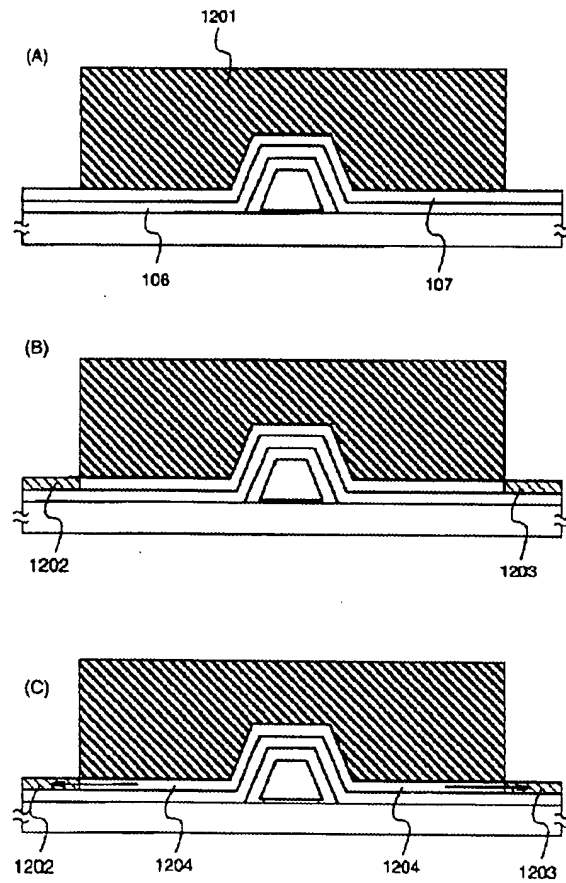
【図4】



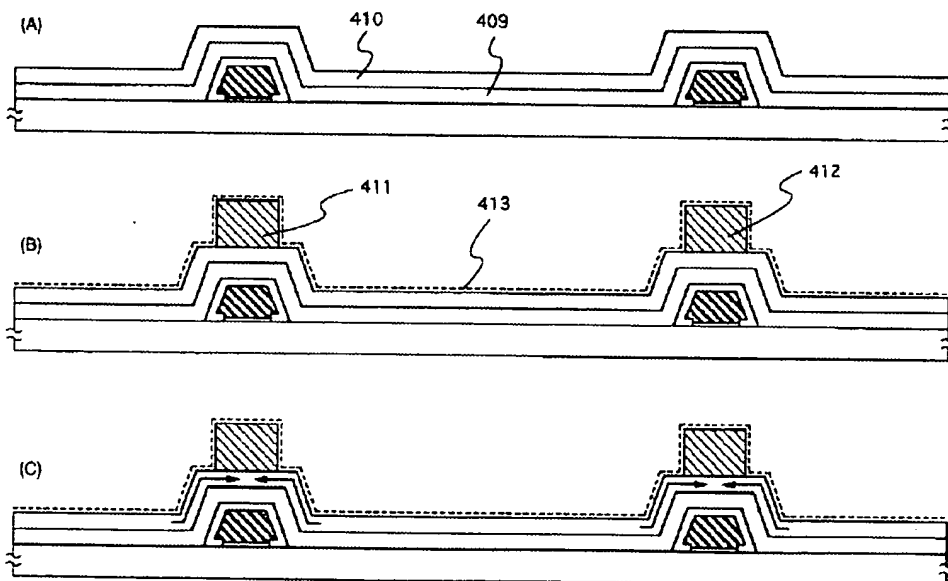
【図3】



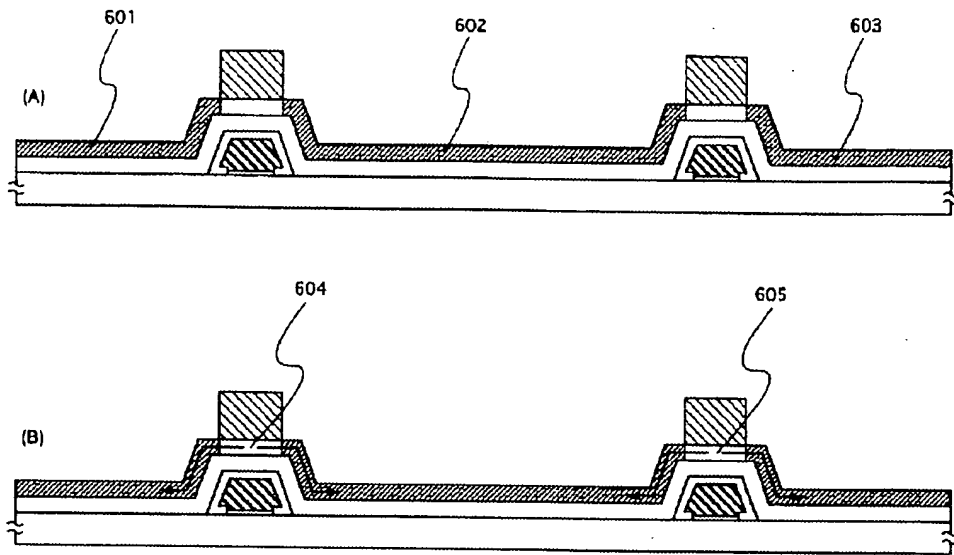
【図12】



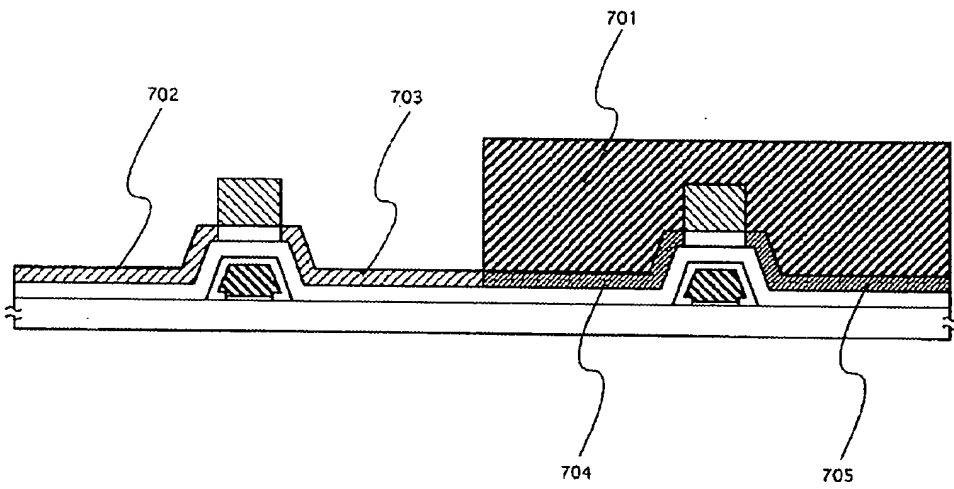
【図5】



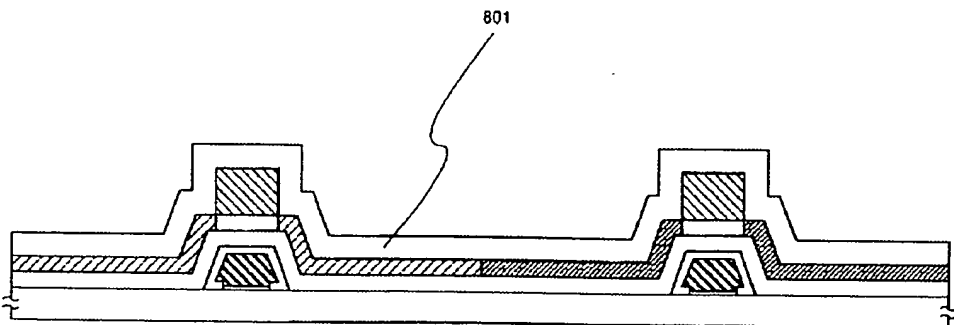
【図6】



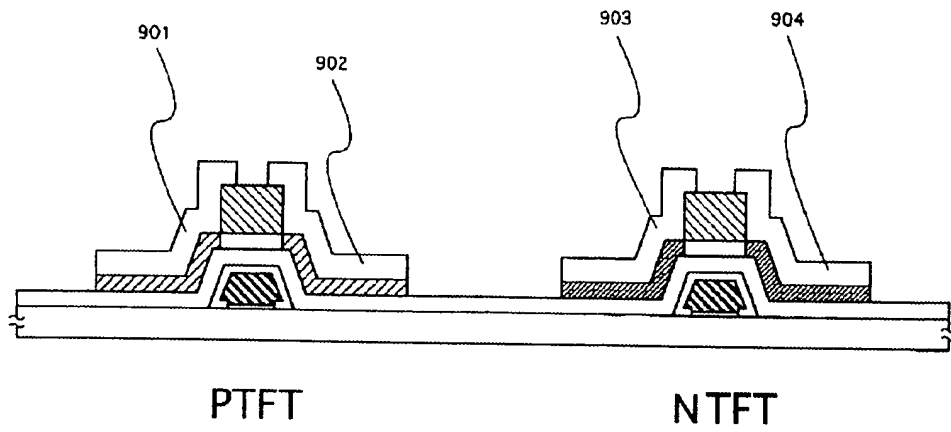
【図7】



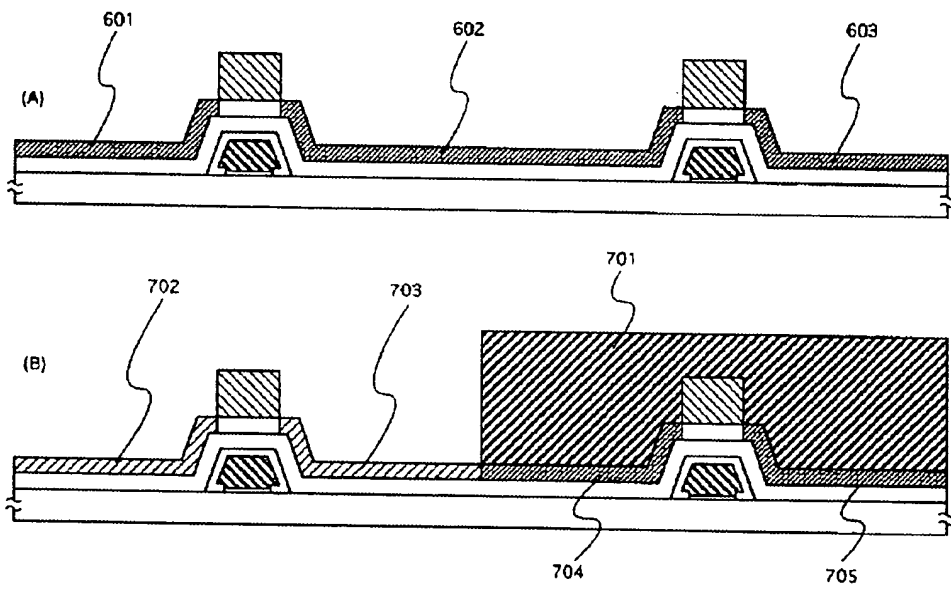
【図8】



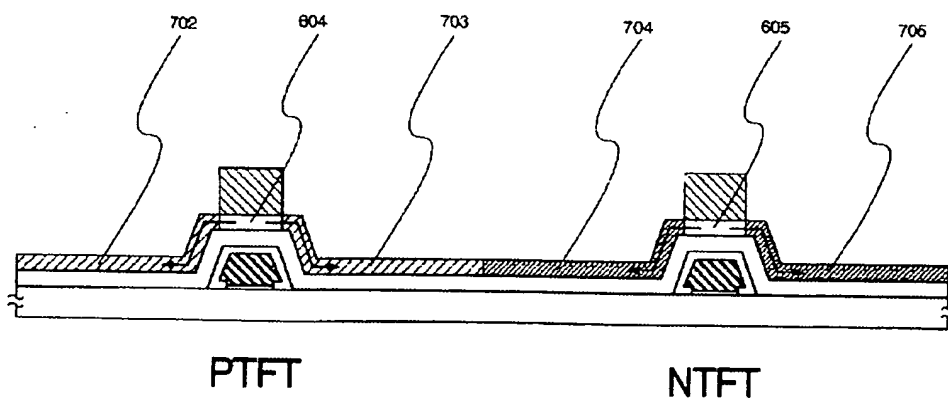
【図9】



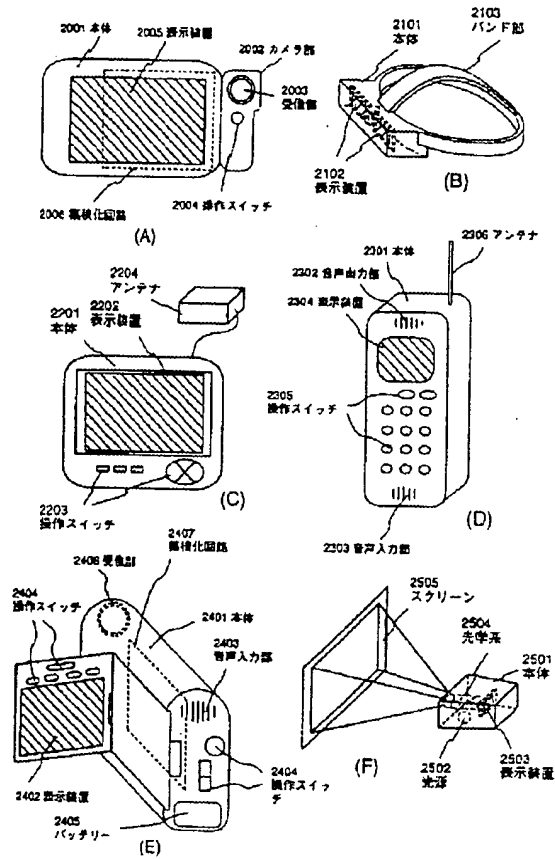
【図10】



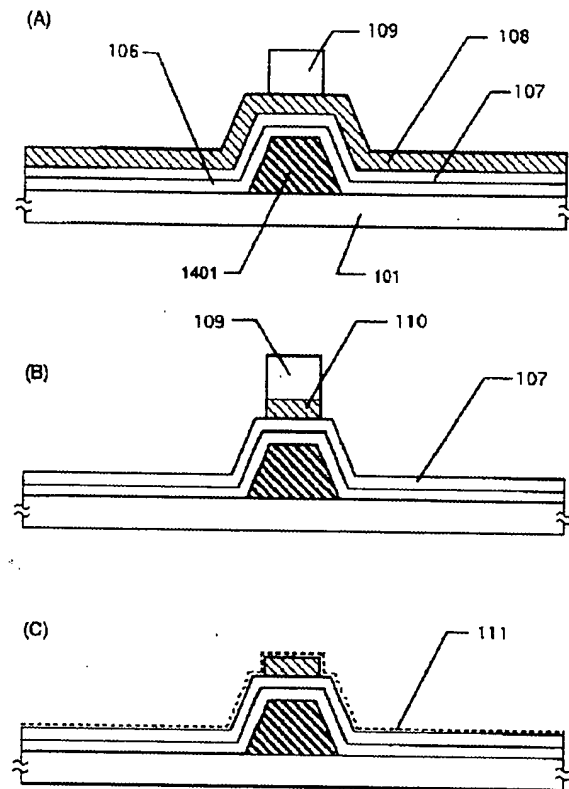
【図11】



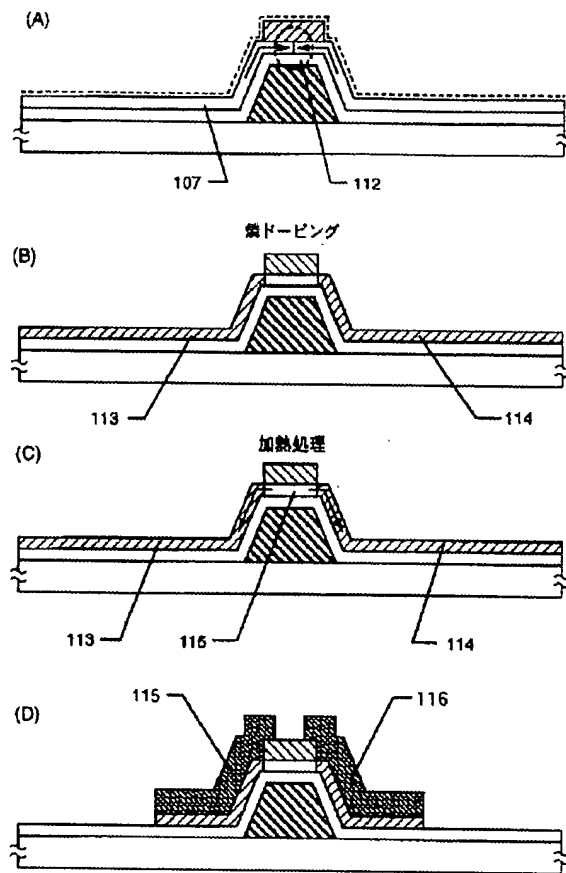
【図13】



【図14】



【図15】




---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 29/78

6 1 8 B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**